3609 架線レス交通システムの実用化に向けての取組み

A study on the wireless transportation system for practical application

○森田 克明(三菱重工業) 正 山口 正博(三菱重工業)

山下 博 (三菱重工業) 三竹 雅也(三菱重工業)

星 光明 (三菱重工業)

Katsuaki Morita, Masahiro Yamaguchi, Hiroshi Yamashita, Masaya Mitake, Mitsuaki Hoshi,
Mitsubishi Heavy Industries, 5007, Itozaki-cho, Mihara, Hiroshima

Recently, APM(Automated People Mover) and LRT(Light Rail Transit) have introduced in many cities over the world as new transportation system which can solve the problems of traffic jam, ambient noise and environmental pollution. For further requirement of lower construction costs and higher energy performance, onboard battery could take the place of conventional wire of power feeder along the track. This paper outlines wireless test-run results by onboard battery installed under floor of the vehicle. Control method of battery charge for practical application is also discussed.

Keywords: APM, LRT, New transportation system, Lithium-ion secondary battery

1. はじめに

渋滞、騒音、環境汚染など交通の諸問題を解決する新しい軌道系交通システムとして APM(Automated People Mover)や LRT(Light Rail Transit)が世界の主要都市で続々と導入されている。APM はゴムタイヤ式なので低騒音・低振動で無人運転も可能である。LRT は建設コストが安く車両の低床化やシステムの近代化により乗り降りが容易となり輸送量も多くなった。このような軌道系交通システムにおいて車両に駆動用蓄電池を搭載し架線無くすことができれば、建設コストを大幅に削減できる上、架線のメンテナンスも不要となる。また、ブレーキ時には車両の運動エネルギーを効率よく蓄電池に回収、再利用できる。当社では試験車両に蓄電池を搭載し、架線レスシステムの走行検証に取り組んでおり基本性能を確認している⁽¹⁾。本報では、実用化に向け蓄電池を高出力化、車両床下に実装し、Fig.1 に示す試験車両にて実用レベルの走行性能を達成した結果および充電制御の取組みを紹介する。

2. システム構成

架線レスシステムの構成を Fig2 に示す。リチウムイオン2次電池を車両の前後床下2箇所に搭載し車両主回

路に接続した。蓄電池は雨天や直射日光など床下搭載環境に対応するため、防水性に配慮しファンによる冷却機構を設けた。従来車内に搭載していた蓄電池を床下に搭載したことで、実用化に向け客室スペースを確保できるようになった。また、蓄電池の過充電、過放電を防止するため、電圧は蓄電池のSOC(State of Charge)を一定範囲に保つよう、電流は蓄電池の許容電流を超えないよう調整して運用した。

Fig1. Test Vehicle

Fig.2. System Diagram

3. 走行検証

Fig.3 に本システムによる走行データの一例として、車両速度と電池電流、電圧の関係を示す。実用レベルの速度及び加速度で安定して走行し、ブレーキ時には運動エネルギーを回収できることを確認した。

Fig.3 Typical Test Data

4. 充電制御

本システムでは、車載蓄電池容量の制約から駅停車中の急速充電が要求される。蓄電池の過充電、過放電を防止し適切な充電状態を管理するために電池の SOC を検知する必要があるが、通電を停止できないため開回路電圧による SOC の実測ができない。電流積算法では誤差が累積する。従って、電圧 V と電流 I の計測値から、オンラインで等価回路素子値を導出することにより開回路電圧を推定し SOC を検知する手法を試みた。Fig.4 に電池の等価回路^①を示す。瞬時の電流変化に支配される抵抗成分 R_1 と遅い過渡応答に支配される CR_2 回路成分に分けられ、素子値は温度条件や電池の劣化状況により変動する。 V_c は CR_2 回路の電位、 E は電池の開回路電圧であり、電流電圧の関係式は(1),(2)式で表される。また、 R_1, R_2, C の関係は概ね一定であることが分かっている。

Fig.4 Equivalent Circuit of Li-ion Battery

$$V = E - IR_1 + V_c \quad (1)$$

$$I = -C \frac{dV_c}{dt} - \frac{V_c}{R_2} \quad (2)$$

以上の関係から推定した開回路電圧を Fig.5 に示す。通電による電圧変動の影響をフィルタリングして開回路電圧を検知できていることが分かる。開回路電圧と SOC の関係は電池特性として既知である。本手法は、常に充放電を繰り返し開回路電圧を実測できないシステムにおいては、誤差が累積しない有効な手法である。また、オンラインで内部抵抗をモニタリングできるため電池劣化状態(SOH:State of Health)の評価にも有効である。

Fig.5 Estimated Open Circuit Voltage

5. おわりに

架線レス交通システムの走行検証及び充電制御に関わる取組み概要を紹介した。本報では APM での検証結果を紹介したが、LRT の架線レス化についても同じシステムが適用でき取組み中である。環境調和型の新しい交通システムとして、引続き実用化を推進していきたい。

参考文献

- (1) 森田、山下、西村、安原、山口、森本「軌道系交通システムの架線レス化への取組み」、J-Rail104
- (2) 宮本、森本、森田「EV 用電池で駆動する電車のためのオンライン SOC 推定法の研究」、平成 18 年電気学会産業応用部門大会